

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS ITAQUI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**INCIDÊNCIA DE DOENÇAS, PRODUTIVIDADE E  
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ  
IRRIGADO, ADUBADO COM SILÍCIO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Alison Machado Fontinelli**

**Itaqui, RS, Brasil  
2018**

**ALISON MACHADO FONTINELLI**

**INCIDÊNCIA DE DOENÇAS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO, ADUBADO  
COM SILÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca

**Itaqui, RS, Brasil  
2018**

ALISON MACHADO FONTINELLI

**INCIDÊNCIA DE DOENÇAS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO, ADUBADO  
COM SILÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 14 de novembro de 2018.  
Banca examinadora:



---

Prof. Dr. Dante Andrei Robe Fonseca  
Orientador  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



---

Prof.ª Dr.ª Renata Silva Canuto de Pinho  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

F684i Fontinelli, Alison Machado  
INCIDÊNCIA DE DOENÇAS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO, ADUBADO COM SILÍCIO  
/ Alison Machado Fontinelli.  
28 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2018.

"Orientação: Daniel Ândrei Robe Fonseca".

1. Oryza sativa. 2. Pyricularia grisea. 3. Silicato de  
Alumínio. I. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Luis e Elizabete, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

## AGRADECIMENTO

À Deus, por permitir-me atingir mais este estágio, em meio a tantas dificuldades.

À UNIPAMPA, instituição a qual tenho orgulho de fazer parte, e que abriu novos caminhos na minha vida acadêmica e profissional.

Ao Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca pela orientação, amizade e apoio para a realização deste trabalho.

À Prof. Dr<sup>a</sup>. Renata Canuto de Pinho pela amizade e ajuda na obtenção dos resultados.

Ao Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler pela amizade e aprendizado durante o curso.

A todos os excelentes professores da instituição, minha gratidão pelos ensinamentos durante o curso de agronomia que levarei por toda vida.

Aos meus Avós Santina e Jarcy, Luis e Tereza (*in memorium*), meu amor, carinho, fé e meu muito obrigado, que de alguma forma me ajudaram chegar até aqui.

A minha irmã Elidieli, meu cunhado Rodrigo e aos meus sobrinhos Entonny e Enrico, pelo amor, carinho e apoio durante minha trajetória.

À minha namorada Priscila Pozzebon pela paciência, amor, carinho e compreensão nas horas mais difíceis.

Aos meus sogros Benjamim e Maria de Lourdes, pelo carinho e ajuda nesse período longe da minha família.

Ao colega Rodrigo Marengo que ajudou na condução do experimento sempre com muita motivação e cordialidade.

A todos os colegas que me acompanharam na trajetória da graduação.

A todos que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho, muito obrigado.

## RESUMO

### INCIDÊNCIA DE DOENÇAS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO, ADUBADO COM SILÍCIO

Autor: Alison Machado Fontinelli

Orientador: Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca

Local e data: Itaqui, 14 de novembro de 2018.

O arroz irrigado é um cereal de ciclo anual pertencente a culturas de verão de grande importância econômica e social a nível mundial. Na safra 2017/2018, o Rio Grande do Sul obteve uma área semeada de 1.077,6 mil hectares, produtividade de 7.851 kg ha<sup>-1</sup> e produção de 8.460,2 milhões de toneladas. A semente é um dos principais insumos para obtenção de altas produtividades, sendo assim, a sanidade e o vigor é de extrema importância para a obtenção de sementes de alta qualidade. Visando uma agricultura sustentável, o uso do Silício (Si) tem mostrado ser um elemento benéfico para as culturas devido à redução da ocorrência de pragas e doenças, podendo assim elevar a produtividade das culturas agrícolas. O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de doenças, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado, adubado com doses e fontes de silício. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema trifatorial (2 x 2 x 5) sendo duas cultivares, duas fontes de silício e cinco doses. As cultivares de arroz utilizado foram o Guri INTA CL, suscetível a Brusone Foliar e da Panícula (*Pyricularia grisea*) e o IRGA 424 RI resistente a Brusone. As fontes de Silício (Si) utilizadas foram o Silicato de Alumínio (CAULIM<sup>®</sup>) e Casca de Arroz Carbonizada (CAC). Os tratamentos consistiram na incorporação de Caulim e CAC no solo em vasos de 5 litros, com as seguintes doses: 0; 3,8; 7,8; 11,25 e 15 g vaso<sup>-1</sup>, ou seja, 0, 1500, 3000, 4500 e 6000 kg ha<sup>-1</sup>. No estágio R<sub>9</sub>, foi realizada a avaliação da severidade da brusone foliar, incidência da brusone da panícula e incidência de mancha das glumelas, logo após, realizada a colheita e avaliou-se os componentes de produtividade e qualidade fisiológica das sementes. O uso de caulim e casca de arroz carbonizada mostraram-se eficiente para a redução da brusone e mancha das glumelas nas cultivares de arroz trabalhada. Sendo assim, uma alternativa sustentável para o uso nas lavouras arrozeiras da fronteira oeste.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; *Pyricularia grisea*; Silicato de Alumínio.

## ABSTRACT

### INCIDENCE OF DISEASES, PRODUCTIVITY AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF IRRIGATED RICE SEEDS, FERTILIZATION WITH SILICON

Author: Alison Machado Fontinelli

Advisor: Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca

Date: Itaqui, november 14, 2018.

Irrigated rice is an annual cycle cereal belonging to summer crops of great economic and social importance worldwide. In the 2017/2018 harvest, Rio Grande do Sul obtained a sown area of 1,077.6 thousand hectares, productivity of 7,851 kg ha<sup>-1</sup> and production of 8,460.2 million tons. Seed is one of the main inputs to obtain high yields, thus, sanity and vigor is of extreme importance in obtaining high quality seeds. Aiming for sustainable agriculture, the use of Silicon (Si) has been shown to be a beneficial element for crops due to the reduction in the occurrence of pests and diseases, which can increase the productivity of agricultural crops. The objective of this work was to evaluate the incidence of diseases, productivity and physiological quality of seeds of irrigated rice, fertilized with doses and sources of silicon. The experimental design was completely randomized (DIC) in a trifactory scheme (2 x 2 x 5) being two cultivars, two sources of silicon and five doses. The rice cultivars used were Guri INTA CL, susceptible to Brusone Foliar and Panicle (*Pyricularia grisea*) and IRON 424 RI resistant to Brusone. The sources of Silicon (Si) used were Aluminum Silicate (CAULIM®) and Carbonized Rice Peel (CAC). The treatments consisted in the incorporation of Caulim and CAC in the soil in pots of 5 liters, with the following doses: 0; 3.8; 7.8; 11.25 and 15 g vase<sup>-1</sup>, that is, 0, 1500, 3000, 4500 and 6000 kg ha<sup>-1</sup>. In the R9 stage, leaf blast severity, panicle blast incidence and spot incidence of glumes were evaluated, and the components of productivity and physiological quality of the seeds were evaluated. The use of kaolin and carbonized rice hulls proved to be efficient for the reduction of the blotch and spot of the glumella in cultivated rice cultivars. Therefore, it is a sustainable alternative for use in the rice fields of the western border.

Keywords: *Oryza sativa* L.; *Pyricularia grisea*; Aluminum Silicate.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Severidade de brusone foliar, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	16
<b>Figura 2</b> – Incidência de brusone da panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	17
<b>Figura 3</b> – Incidência de mancha das glumelas por panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	18
<b>Figura 4</b> – Comprimento de panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	18
<b>Figura 5</b> – Número de sementes por panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	19
<b>Figura 6</b> – Peso de sementes por panícula e Peso de mil sementes, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	19
<b>Figura 7</b> – Número total de panículas e Número de panículas por planta, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	20
<b>Figura 8</b> – Primeira contagem de germinação e Porcentagem de germinação, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	21
<b>Figura 9</b> – Comprimento de raiz, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	22
<b>Figura 10</b> – Comprimento de parte aérea, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	22
<b>Figura 11</b> – Teste de frio, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado .....	23

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1 Severidade de brusone foliar.....	16
3.2 Incidência de brusone da panícula.....	17
3.3 Incidência de mancha das glumelas por panícula.....	17
3.4 Comprimento de panícula.....	18
3.5 Número de sementes por panícula.....	18
3.6 Peso de sementes por panícula e peso de mil sementes.....	19
3.7 Número total de panículas e número de panículas por planta.....	20
3.1.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES.....	21
3.1.2 Primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação.....	21
3.1.3 Comprimento de raiz.....	21
3.1.4 Comprimento de parte aérea.....	22
3.1.5 Teste de frio.....	23
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
5 REFERÊNCIAS.....	25

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) é um cereal de ciclo anual pertencente a culturas de verão de grande importância econômica e social a nível mundial (SANTOS et al., 2010). A base alimentar deste cereal na América Latina é estimada, em média, 30 kg pessoa ano<sup>-1</sup> e o Brasil se destaca como importante consumidor, com estimativa de 45 kg pessoa ano<sup>-1</sup> (SOSBAI, 2016).

Na safra 2017/2018, o Rio Grande do Sul obteve uma área semeada de 1.077,6 mil hectares, produtividade de 7.851 kg ha<sup>-1</sup> e produção de 8.460,2 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Entretanto, doenças causadas por fitopatógenos são alguns dos fatores limitantes para o cultivo e aumento da produção nas principais áreas produtoras no estado e no Brasil (SOSBAI, 2016). Os maiores prejuízos ocorrem nos períodos de florescimento e enchimento de grãos, momento em que são definidos o número de espiguetas férteis por panículas, peso de grãos e percentual de grãos inteiros (GROHS, 2010).

O uso de sementes com qualidade genética, sanitária, física e fisiológica é essencial para a obtenção de boa produtividade. Sendo assim, o produtor para ser mais competitivo no mercado necessita aumentar a produtividade, adotando algumas práticas, dentre elas, o uso de elementos benéficos como o silício (Si) na produção de grãos é uma delas (FAVARIN & MARINI, 2000). Visando uma agricultura sustentável, buscam-se alternativas que reduzam as aplicações de fungicidas e que ao mesmo tempo garantam qualidade das sementes de arroz irrigado e redução de riscos ao ambiente e à saúde humana (OLIVEIRA, 2016).

O Si é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, considerado um elemento benéfico para as culturas devido à redução da ocorrência de pragas e doenças, podendo assim elevar a produtividade das culturas agrícolas (RODRIGUES, 2004; TEIXEIRA et al., 2008).

Na cultura do arroz irrigado, a adubação com silicatos pode eliminar ou reduzir o número de aplicações com fungicidas durante o ciclo da cultura. Sendo assim, o Si deposita-se abaixo da cutícula nas células da epiderme foliar, formando uma camada de sílica (barreira física) através da ativação de algumas enzimas ligadas à defesa do hospedeiro em relação ao patógeno, contribuindo para o fortalecimento das plantas como folhas e colmos mais eretos, atrasando ou impedindo a infecção do patógeno (DETMANN, 2013; OLIVEIRA, 2016; KORNDÖRFER e DATNOFF, 1995; MA e TAKAHASHI, 2002). Com isso, proporciona o aumento do rendimento de sementes de arroz devido à diminuição da incidência de fungos

como *Pyricularia grisea*, *Microdochium oryzae*, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Bipolaris oryzae* e *Dreschlera oryzae* (RODRIGUES et al., 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de doenças, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado, adubado com doses e fontes de silício.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vaso na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui-RS com coordenadas geográficas 29° 09' 21'' S, 56° 33' 03'' W, safra 2016/17, em um Plintossolo Háptico textura média (EMBRAPA, 2018). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Cfa subtropical úmido sem estação seca definida e com verões quentes (WREGE et al., 2011).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema trifatorial (2 x 2 x 5) sendo duas cultivares, duas fontes de silício e cinco doses.

As cultivares de arroz utilizado foram o Guri INTA CL, suscetível a Brusone Foliar e da Panícula (*Pyricularia grisea*) e o IRGA 424 RI resistente a Brusone. As fontes de Silício (Si) utilizadas foram o Silicato de Alumínio (CAULIM<sup>®</sup>) e Casca de Arroz Carbonizada (CAC).

A coleta do solo foi efetuada na área experimental, onde inicialmente foram retiradas as impurezas com uma peneira 6 mm. Os tratamentos consistiram na incorporação de Caulim e CAC no solo em vasos de 5 litros, com as seguintes doses: 0; 3,8; 7,8; 11,25 e 15 g vaso<sup>-1</sup>, referente a 0, 1500, 3000, 4500 e 6000 kg ha<sup>-1</sup>, além disso, foi realizado a incorporação da adubação com as seguintes doses: 1,11 g de N, 8,17 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 3,12 g de K<sub>2</sub>O vaso<sup>-1</sup>.

Foi realizada a semeadura no dia 05 de novembro de 2016, com 12 sementes por vaso, sendo cada vaso uma unidade experimental. Após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste deixando quatro plântulas por vaso. A irrigação foi realizada sempre a manter a lâmina de água de  $\pm 5$  cm.

A aplicação de N em cobertura foi realizada no estágio de desenvolvimento V3-V4 na dose de 1,11 g vaso<sup>-1</sup> e em R<sub>1</sub> (Diferenciação da panícula).

A avaliação da Severidade de Brusone Foliar (SBF) foi realizada no estágio de desenvolvimento R<sub>4</sub> (Antese) em 10 folhas (bandeira) de cada vaso, seguindo a escala diagramática proposta pelo International Rice Research Institute (IRRI, 1998).

A avaliação da Incidência de Mancha das Glumelas (IMG) e da Incidência de Brusone da Panícula (IBP) foi realizada durante a coleta das panículas em estágio de desenvolvimento R<sub>9</sub> (maturidade completa e os grãos apresentando pericarpo marrom), efetuando a contagem de cada panícula que apresentava o sintoma da doença.

Para avaliação dos componentes de rendimento, foram coletadas todas as panículas em estágio de desenvolvimento R<sub>9</sub>.

As **avaliações de rendimento das sementes** consistiram nas seguintes variáveis: Número total de panículas (NTP), número de panículas por planta (NPP), comprimento de panícula (CP), número de sementes por panícula (NSP), peso de sementes por panícula (PSP), peso de mil sementes (PMS). O número total de panículas foi determinado pelo total de panículas de cada tratamento, o número de panículas por planta foi determinado pelo total de panículas de cada tratamento dividindo por quatro plantas de cada unidade experimental, o comprimento de panícula foi determinado com uma régua graduada em milímetros, sendo as medições realizadas em cinco panículas aleatórias para cada unidade experimental.

O número de sementes por panícula foi determinado pela média de cinco panículas coletadas ao acaso em cada unidade experimental, o peso de sementes por panícula foi determinado pela média da massa de sementes de cinco panículas coletadas ao acaso, sendo que a massa total foi dividida pelo número médio de sementes por panícula e o peso de mil sementes determinado pela contagem ao acaso, de oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas, sendo os valores expressos em gramas, com uma casa decimal, conforme Brasil (2009).

A qualidade fisiológica foi avaliada no laboratório, pelos seguintes testes: germinação (G); vigor das sementes, contemplando os testes de primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR), realizados de acordo com a seguinte metodologia.

O **teste de germinação** foi realizado utilizando quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeando-se em rolos de papel de germinação umedecido, previamente, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador a temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e a avaliação realizada aos 14 dias após a montagem dos testes (BRASIL, 2009).

A **primeira contagem da germinação** foi realizada juntamente com o teste de germinação, realizando-se a contagem aos sete dias após a instalação do teste, computando-se as porcentagens médias de plântulas normais.

Na análise do **teste de frio** adotou-se a metodologia proposta por Barros et al. (1999). Para tanto, inicialmente distribuíram-se uniformemente, quatro repetições de 50 sementes em papel de germinação, previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida os rolos foram colocados em sacos plásticos fechados, permanecendo por sete dias em refrigerador a  $10^\circ\text{C}$ . Após, os rolos foram colocados no germinador a temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e sete dias após realizou-se a contagem de plântulas normais.

**Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR):** as avaliações foram realizadas aos sete dias após a montagem do teste de germinação, sendo as 10 plântulas escolhidas aleatoriamente, obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 20 sementes, no terço superior da folha de papel de germinação umedecidas com 2,5 vezes o seu peso seco, sendo os rolos postos em germinador a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Foi determinado o comprimento da parte aérea e raiz das plântulas com auxílio de uma régua, sendo o comprimento da raiz determinado pela subtração do comprimento total pelo comprimento da parte aérea. Os comprimentos médios total de plântulas, parte aérea e raiz foram obtidos somando-se as medidas de cada repetição e se dividindo pelo número de plântulas avaliadas, com os resultados expressos em centímetros.

O programa utilizado foi o R Studio, e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Severidade de brusone foliar (SBF)

A SBF não foi significativa para a cultivar Irga 424 RI, pois é uma cultivar resistente ao ataque do fungo *Pyricularia grisea*, não demonstrando sintomas característico (Figura 1).

Para a cultivar suscetível a esta doença Guri Inta CL, as doses de CAC e Caulim foram eficientes no controle da severidade da *Pyricularia grisea*, conforme o aumento das doses de Si reduziu as lesões presentes nas folhas bandeira do arroz irrigado, podendo-se inferir que a partir da dose de 4500 kg ha<sup>-1</sup> apresentou redução da severidade da doença, fator a ser considerado pelo comportamento do elemento Si na planta, ao qual deposita-se abaixo da cutícula e nas células da epiderme foliar, formando uma camada de sílica (barreira física) e através da ativação de algumas enzimas ligadas à defesa do hospedeiro em relação ao patógeno contribuindo para o fortalecimento das plantas como folhas e colmos mais eretos, atrasando ou impedindo a infecção do patógeno.

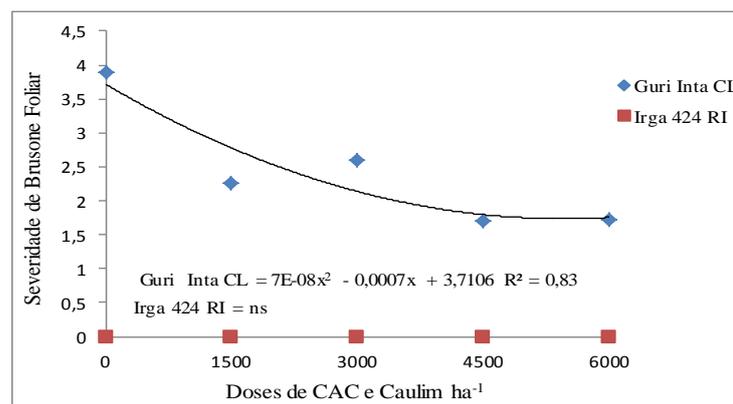


Figura 1 – Severidade de brusone foliar, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Santos et al. (2014), trabalhando com arroz irrigado com incorporação via solo de silicatos, encontrou resultado similar ao apresentado nesse trabalho, sendo a dose de 6 t ha<sup>-1</sup> reduziu em 50% a severidade de brusone foliar. Segundo Datnoff et al. (2001), esta doença tendem a diminuir com o aumento da concentração de silício no tecido foliar. O Si absorvido pela planta é depositado principalmente na parede celular, abaixo da cutícula, aumentando a rigidez da célula, e podendo elevar os conteúdos de hemicelulose e lignina. Estudos desenvolvidos por Woloshuk et al. (1983), revelaram que o fungo *Pyricularia grisea* penetra pela cutícula da planta. O mecanismo de resistência à doença é conferido ao Si pela associação deste com constituintes da parede celular, tornando-a menos acessível às enzimas de degradação (resistência mecânica).

### 3.2 Incidência de brusone da panícula (IBP)

A IBP (Figura 2A), não foi significativa para a cultivar Irga 424 RI, pois é uma cultivar resistente ao ataque do fungo *Pyricularia grisea* (SOSBAI, 2016). Já para a cultivar suscetível a esta doença Guri Inta CL resposta positiva, conforme o aumento das doses de Si, menor foi a incidência do patógeno. Para a cultivar Guri Inta CL (Figura 2B), o silicato Caulim mostrou maior eficiência na redução da incidência da brusone da panícula, isso se dá pela mineralização mais rápida no solo por as partículas ser de menor granulometria.

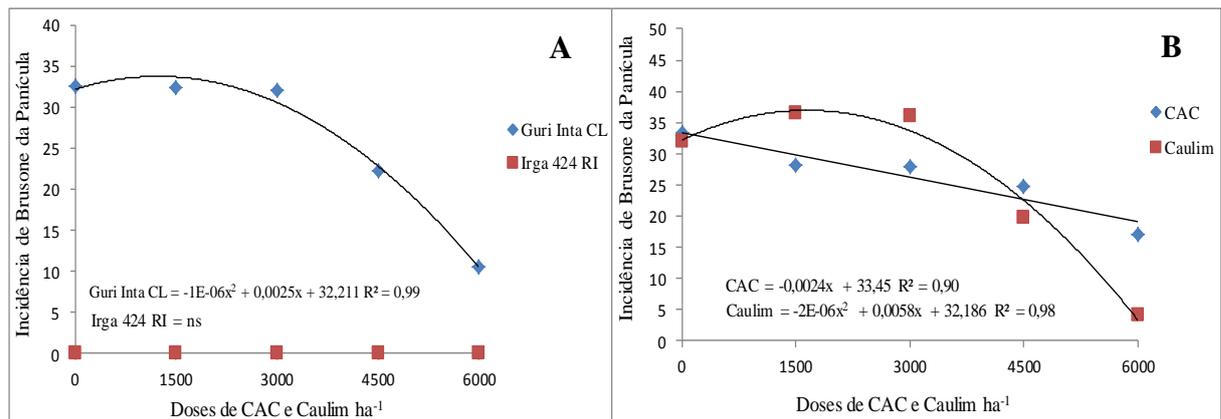


Figura 2 – Incidência de brusone da panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Resultado encontrado por Santos et al. (2014), corroboram com os encontrados, trabalhando com arroz irrigado, as doses de silicato de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) na concentração de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  reduziu em 60% a incidência da brusone da panícula em relação a testemunha. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira (2016), trabalhando com arroz irrigado com a cultivar Guri INTA CL, com aplicação de SiCaMg nas doses de 6000 e 9000  $\text{kg ha}^{-1}$ , reduziu em 50% a incidência de brusone da panícula. Segundo Mauad (2003), relata que com o aumento do Si, a espessura da epiderme foliar e os teores de Si na planta, ocasionaram a menor severidade da doença, sendo assim, evitando ou atrasando a penetração do fungo.

### 3.3 Incidência de Mancha das Glumelas por Panícula (IMGP)

A cultivar Guri Inta CL não apresentou resposta significativa às doses de CAC e Caulim uma vez que não houve ou ocorreu baixa incidência da doença nessa cultivar, já para a cultivar Irga 424 RI conforme o aumento das doses de Si, houve um decréscimo na incidência da mancha das glumelas, redução de mais de 20% das panículas atingidas em relação a testemunha (Figura 3). Podendo-se inferir que a partir da dose  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$  de silício tenha uma redução significativa da IMGP.

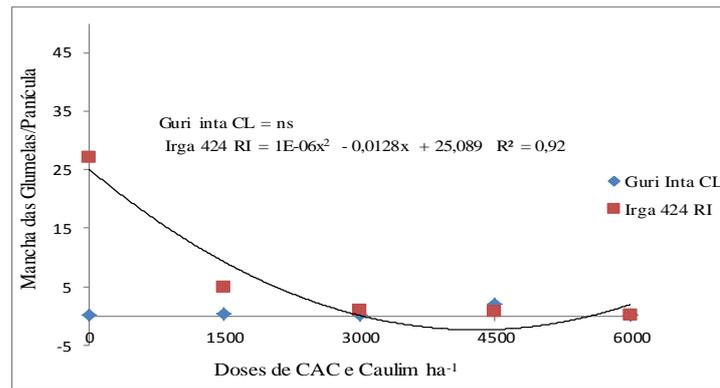


Figura 3 – Mancha das glumelas por panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Resultados encontrados neste trabalho, são similares com os encontrados por Santos et al. (2003), os autores trabalharam com cinco fontes de silício distintas para o controle da incidência de mancha das glumelas, onde obtiveram resposta significativa, com redução da incidência em 15% e aumento de produtividade em 84% em relação a testemunha.

### 3.4 Comprimento de panícula (CP)

Esta variável não apresentou diferença para as doses de CAC e Caulim (Figura 4). A cultivar Guri INTA CL, devido à genética, apresenta-se superior a cultivar IRGA 424 RI (SOSBAI, 2016).

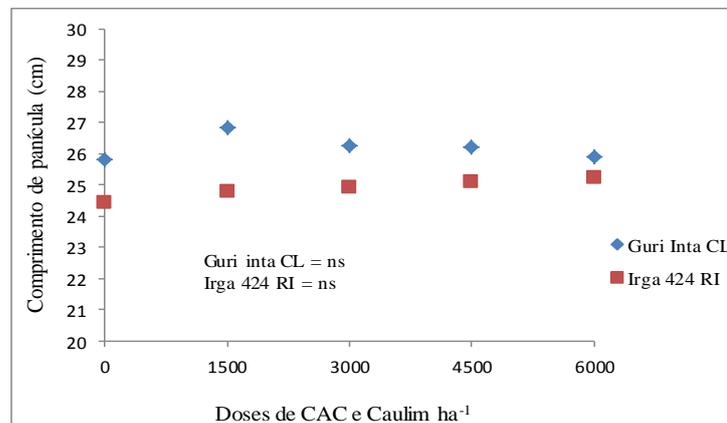


Figura 4 – Comprimento de panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

### 3.5 Número de sementes por panícula (NSP)

Houve resposta para as cultivares nas doses aplicadas de CAC e Caulim (Figura 5). Sendo que conforme o aumento das doses das fontes de Si ocorreu um acréscimo de sementes por panícula para ambas cultivares, ressaltando que a cultivar Guri Inta CL apresentou maior número de sementes em comparação a Irga 424 RI.

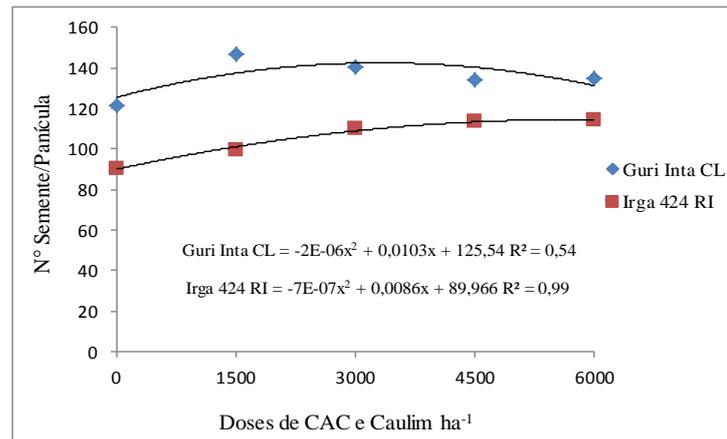


Figura 5 – Número de sementes por panícula, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Segundo Oliveira (2016), trabalhando com a cultivar de arroz irrigado Guri INTA CL, com aplicações de silicato de Ca e Mg verificou que a dose de 9 t ha<sup>-1</sup> aumentou o número de sementes por panícula quando comparado com a testemunha. O número de sementes por panícula está correlacionado com o aparecimento de doenças, principalmente da mancha dos grãos e da brusone, sendo que o ataque da brusone nas panículas interrompe o fluxo de seiva para os grãos ocasionando a redução do número de sementes viáveis por panícula (PRABHU, 2003).

A formação de uma dupla camada de sílica na epiderme das folhas do arroz mantém as mais eretas, promovendo um maior aproveitamento de luz e em decorrência uma maior eficiência fotossintética, sendo esse fato, responsável por aumento do número de sementes da panícula (ZAMBOLIM et al., 2012).

### 3.6 Peso de sementes por panícula (PSP) e Peso de mil sementes (PMS)

O PSP apresentou resposta apenas para a Irga 424 RI para as doses aplicadas de CAC e Caulim, conforme o aumento das doses de Si maior o PSP na dose de 6000 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 6A).

No PMS (Figura 6B), as cultivares Irga 424 RI e Guri inta CL, não apresentaram resposta para as doses de CAC e Caulim aplicadas.

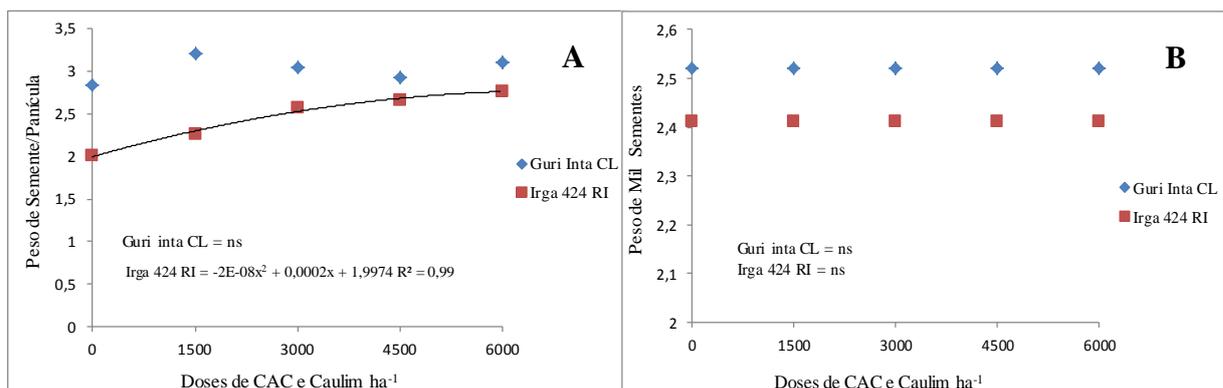


Figura 6 – Peso de sementes por panícula e Peso de mil sementes, submetidas a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Resultado encontrado por Silva (2017) diverge do encontrado neste trabalho, onde a aplicação via solo de CAC na cultivar de arroz irrigado BR IRGA 409, aumentou o PMS na dose de 4 t ha<sup>-1</sup>. Para Marchezan et al. (2004), utilizando doses de silicato de 0 a 6000 kg ha<sup>-1</sup> em arroz irrigado durante três anos de experimento, não observaram diferença significativa para o peso de mil sementes, rendimento de grãos e altura de plantas. Nesse período fatores como deficiência nutricional, ataque de pragas e doenças ocasionam redução do peso (SOSBAI, 2016), no caso do resultado desse trabalho, as doses de silicato apresentou aumento do peso de sementes para a cultivar Irga 424 RI.

### 3.7 Número total de panícula (NTP) e Número de panículas por planta (NPP)

Verificou-se que a cultivar Irga 424 RI (figura 7 A e B), não apresentou resposta significativa para as doses de CAC e Caulim, já a cultivar Guri Inta CL, apresentou resposta significativa linear as doses aplicadas para ambas variáveis NTP e NPP.

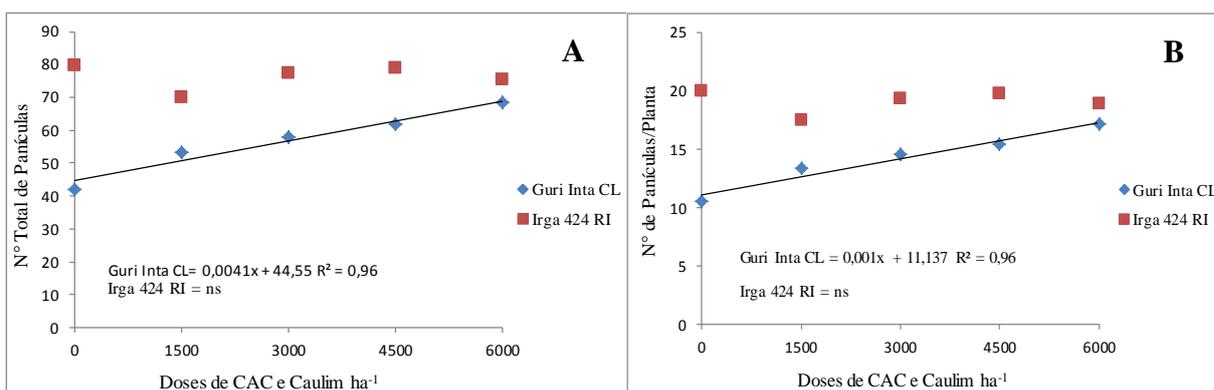


Figura 7 – Número total de panículas e número de panículas por planta, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Para Machado e Luz (2009) a influência da adubação com casca de arroz carbonizada nas características fenotípicas do arroz de sequeiro em um LATOSSOLO VERMELHO Amarelo e não encontraram relação entre as doses de CAC e o número de panículas por metro quadrado. Porém para Silva (2017), a aplicação de CAC incorporado via solo na dose de 20 t ha<sup>-1</sup>, apresentou um aumento da produtividade na cultura do arroz irrigado por inundação. De acordo com Agarie et al. (1992) a maior atividade fotossintética proporcionada pela adubação com Si pode ser uma das razões para o aumento do perfilhamento e matéria seca das plantas.

### 3.1.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

#### 3.1.2 Primeira contagem de germinação (PCG) e Porcentagem de germinação (G)

A PCG e a G (Figura 8 A e B), não apresentou resposta para ambas cultivares, doses e fontes de silicato, porém demonstrando que a qualidade fisiológica das sementes está altíssima, fato demonstrado pelo teste de PCG quanto pela G. Esse resultado faz grande aporte do manejo em relação a produtividade de sementes de alta qualidade na Fronteira-Oeste.

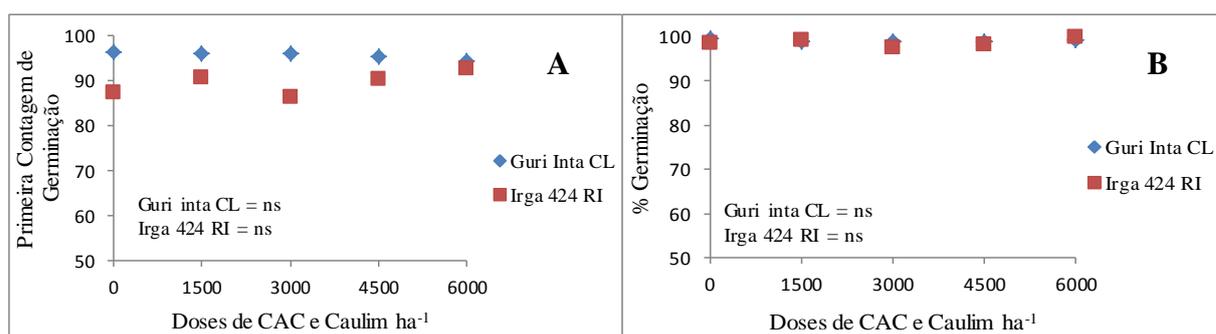


Figura 8 – Primeira Contagem de Germinação e Porcentagem de Germinação, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Oliveira et al. (2015), trabalhando com a cultivar de arroz irrigado Puitá INTA CL, com sementes produzidas a partir do tratamento via solo de Caulim, Casca de Arroz Carbonizada (CAC) e Escória de Forno de Panela, os resultados divergem com o encontrado nesse trabalho para PCG e similar para G, onde Caulim e CAC apresentaram aumento da porcentagem de plântulas normais, porém para a Germinação não apresentou resposta significativa para as doses de silício. Para Tunes et al. (2014), trabalhando com as cultivares de arroz Irga 424 e Puitá INTA CL, com sementes produzidas a partir do tratamento com Caulim e CAC, encontraram resultado similar ao descrito nesse trabalho, não apresentando resposta significativa para as doses aplicadas para PCG e G. Sendo assim, a sanidade e o vigor das sementes produzidas influenciou significativamente a PCG e G, já que está acima da porcentagem mínima de 80% requerido pela legislação (MAPA, 2013).

#### 3.1.3 Comprimento de Raiz (CR)

O CR (Figura 9) apresentou resposta significativa para as cultivares, fontes e doses de silício aplicado. Demonstrando um comportamento linear em relação ao aumento das doses em comparação a testemunha até a dose de 6000 kg ha<sup>-1</sup> para ambas cultivares trabalhadas.

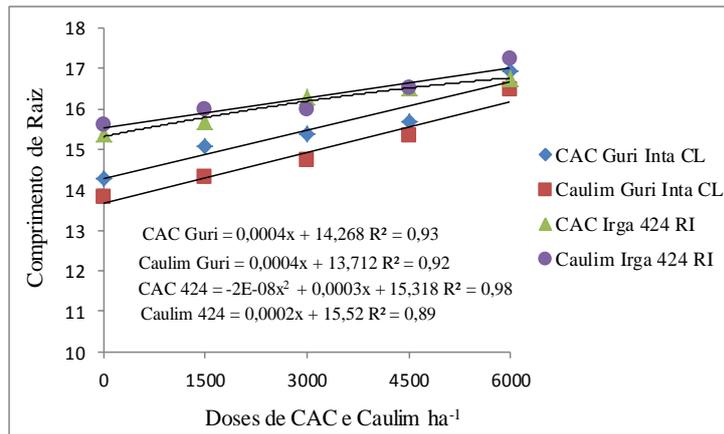


Figura 9 – Comprimento de Raiz, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Tunes et al. (2014), trabalhando com as cultivares de arroz Irga 424 e Puitá INTA CL, com sementes produzidas a partir do tratamento com Caulim e CAC, encontraram resposta significativa para a fonte Caulim e cultivar Irga 424, com resposta linear conforme o aumento das doses, sendo na dose máxima obteve um incremento de 2 cm no comprimento da raiz e não apresentou resultados diferenciais em relação aos da fonte de CAC corroborando com os dados apresentados nesse trabalho. Oliveira et al. (2015), trabalhando com a cultivar de arroz irrigado Puitá INTA CL, com sementes produzidas a partir do tratamento via solo de Caulim, Casca de Arroz Carbonizada (CAC) e Escória de Forno de Panela, encontraram resultado significativo apenas na fonte CAC, expressando radículas maiores. Sendo observada uma forte influência das fontes de silício nas cultivares, além disso, raízes maiores resultarão em uma maior captação e exploração por água e nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2012).

### 3.1.4 Comprimento de Parte Aérea (CPA)

Para o CPA, apresentou resposta significativa para ambas cultivares e doses de Silício, porém a fonte Caulim apresentou resposta superior as demais a partir da dose 4500 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar Guri INTA CL com aumento superior a 1 cm, podendo-se inferir que o controle da brusone da panícula com o Caulim via solo tenha influenciado diretamente no vigor e aumento do comprimento da parte aérea das sementes produzidas.

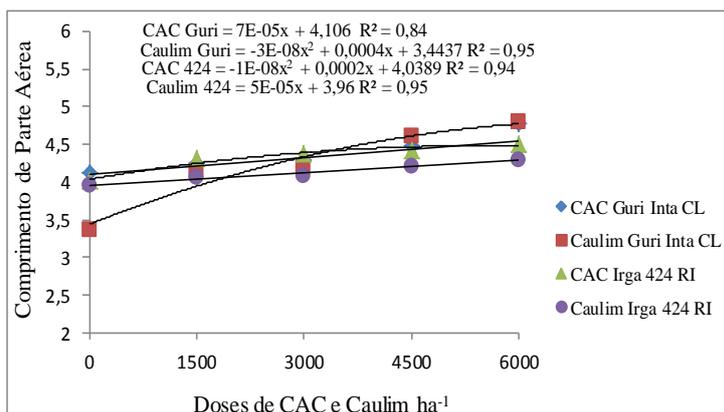


Figura 10 – Comprimento de Parte Aérea, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Fonseca (2012), trabalhando com doses de silicato de alumínio em trigo, não encontrou resposta significativa para o aumento do CPA. Tunes et al. (2014), trabalhando com arroz irrigado com fonte silicatada Caulim e CAC, também não encontraram resposta significativa. Para Oliveira et al. (2015), trabalhando com Caulim, CAC e Escória de Forno de Panela, encontraram resposta significativa para o CPA, visto que o Caulim foi superior as demais, obtendo um incremento de 0,0074 cm por unidade de dose. O comprimento de plântula é um importante parâmetro fisiológico, visto que, maior a área foliar, maior será a área para a captação de energia solar para o processo fotossintético (TAIZ & ZEIGER, 2012).

### 3.1.5 Teste de Frio (TF)

O TF apresentou resposta significativa para as cultivares, fontes e doses de silício aplicadas. Sendo a cultivar Guri INTA CL foi superior a Irga 424 RI, apresentando melhor resposta às doses de Caulim e CAC.

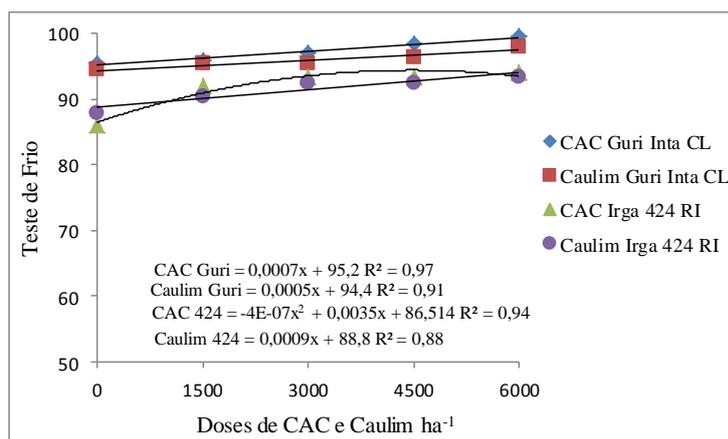


Figura 11 – Teste de Frio, submetida a doses de CAC e Caulim em duas cultivares de arroz irrigado.

Tavares et al. (2014), trabalhando com Caulim e CAC em trigo, não encontraram resposta significativa para a germinação/vigor para o TF. Tunes et al, (2014) trabalhando com duas cultivares de arroz e duas fontes de Silício não encontraram resultados significativos para as duas cultivares de arroz e as fontes de silício. Para Oliveira et al. (2015), trabalhando com fontes de Si e duas cultivares de arroz, encontraram resposta significativa para o TF nas doses do produto utilizado. De acordo com Marschner (1995), o uso de fontes de Silício tem se tornado interessante quando considerado como um antiestressor. O estresse causado por baixas e/ou altas temperaturas, pode ter um efeito menor com o uso do Si, além disso, aumentar a resistência a varias doenças causada por fungos e algumas pragas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso de caulim e casca de arroz carbonizada mostraram-se eficiente para a redução da brusone e mancha das glumelas nas cultivares de arroz trabalhada. Sendo assim, uma alternativa sustentável para o uso nas lavouras arrozeiras da fronteira oeste.

## 5 REFERÊNCIAS

AGARIE, S.; AGATA, W.; KUBOTA, F.; KAUFMAN, P. B. Physiological roles of silicon in photosynthesis and dry matter production in rice plants. **Japan Journal Crop Science**, v. 61, p. 200-206, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF. 2009. 395 p.

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de Frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 5, 1999.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Observatório agrícola: **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos 2017-2018** [internet]. Brasília, v. 5, n. 12, p. 1-155, 2018 [acesso em 19 set 2018]. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/BoletimZGraosZsetembroZ2018%20\(1\).pdf](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/BoletimZGraosZsetembroZ2018%20(1).pdf).

DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. H. Silicon in Agriculture. Elsevier Science B.V., Amsterdam, **The Netherlands**, 424p. (Vol. 8, book series Studies in Plant Science), 2001.

DETMANN, K. Metabolic alterations triggered by silicon nutrition: Is there a signaling role for silicon. **Plant Signaling and Behavior**, v. 8, n. 1, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 353p.

FAVARIN, J. L; MARINI, J. P. Importância dos micronutrientes para produção de grãos. **Sociedade Nacional de Agricultura**, 2000.

FONSECA, D. A. R. **Desempenho de sementes de trigo recobertas com silicato de alumínio**. 2012. 59p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPEL-RS, Pelotas, 2012.

GROHS, D. S. **Critérios para o manejo de doenças no arroz irrigado**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa, 2010. 48p. (Boletim técnico, 7).

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). Standard evaluation system for rice. ed. 3. Los Baños, 1998. 54p.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, n. 70, p. 1-5, 1995.

MA, J. F.; TAKAHASHI, E. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. **Elsevier Science**, ed. Amsterdam, 2002, 294p.

MACHADO, M. D.; LUZ, P. B. da. Desenvolvimento de plantas de arroz de terras altas em função de doses da cinza da casca de arroz. Universidade do Estado de Mato Grosso. **2ª. Jornada Científica da Unemat**. Barra dos Bugres, 2009.

MARCHEZAN, E.; VILLA, S. C. C.; MARZARI, V.; KORNDORFER, G. H.; SANTOS, F. M. Aplicação de silício em arroz irrigado: efeitos nos componentes de produção. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 125-131, 2004.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic, London, 1995, 889p.  
MAUAD, M. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 761-765, 2003.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Disponível em: <[http://www.lex.com.br/legis\\_24861657\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_45\\_DE\\_17\\_DE\\_SETEMBRO\\_DE\\_2013.aspx](http://www.lex.com.br/legis_24861657_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_45_DE_17_DE_SETEMBRO_DE_2013.aspx)>.

OLIVEIRA, L. M. **Doses de Nitrogênio, Silicatos e Fungicidas em Cultivar de Arroz Irrigado Sensível a Brusone**. 2016. 77p. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM-RS, Santa Maria, 2016.

OLIVEIRA, S.; MENDONÇA, A. O.; LEMES, E. S.; TAVARES, L. C.; LEITZKE, I. D.; MENEGHELLO, G. E.; BARROS, A. C. S. A. Efeitos do tratamento de sementes de arroz com silício sobre a qualidade fisiológica das sementes tratadas e produzidas. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 4, p. 55-62, 2015.

PRABHU, A. S. Estimativa de danos causados pela brusone na produtividade de arroz em terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1045-1051, 2003.

RODRIGUES, F.Á.; BENHAMOU, N.; DATNOFF, L.E.; JONES, J.B.; BÉLANGER, R.R. Ultrastructural and cytochemical aspects of siliconmediated rice blast resistance. **Phytopathology**, v. 93, p. 535-546, 2003.

RODRIGUES, F. A. Silicon enhances the accumulation of dipentenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopatology**, v. 94, n. 02, p. 177-183, 2004.

SANTOS, D. C. S.; KORNDORFER, G. H.; SANTOS, A. P.; SILVA, J. C. Eficiência agronômica de fontes contendo silício avaliado através de método biológico. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.

SANTOS, G. R.; KORNDORFER, G. H.; PELÚZIO, J. M.; DIDONET, J.; REIS FILHO, J. C. D.; CÉZAR, N. S. Influência de fontes de silício sobre a incidência e severidade de doenças e produtividade do arroz irrigado. **Revista Journal Bioscience**, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2003.

SANTOS, G. R.; NETO, M. D. C.; RODRIGUES, A. C.; BONIFACIO, A.; KORNDORFER, G. H. Fertilização Silicatada e Nitrogenada no Controle da Brusone do Arroz em Sistema Irrigado. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 103-108, 2014.

SILVA, M. F. M. M. **Análise temporal da cinza da casca de arroz na cultura do arroz irrigado e nos atributos fisiquímicos e biológicos do solo**. 2017. 153p. Dissertação (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2017.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves - RS: SOSBAI, 2016. 199p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 5ª ed. Porto Alegre, Artmed. 2012. 95p.

TAVARES, L. C.; FONSECA, D. A. R.; RUFINO, C. A.; OLIVEIRA, S.; BRUNES, A. P.; VILLELA, F. A. Adubação silicatada em trigo: rendimento e qualidade de sementes. **Revista de la Facultad de Agronomia, La Plata**, v. 113, n. 1, p. 94-99, 2014.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; KORNDORFER, P. H. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 04, p. 562-568, 2008.

TUNES, L. V. M.; FONSECA, D. A. R.; MENEGHELLO, G. E.; REIS, B. B.; BRASIL, V. D.; RUFINO, C. A.; VILELLA, F. A. Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 675-685, 2014.

WOLOSHUK, C. P.; SISLER, H. D.; VIGIL, E. L. Action of the antipenetrant, tricyclazole, on appressoria of *Pyricularia oryzae*. **Physiological Plant Pathology**, v. 22, p. 245-259, 1983.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER-JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Embrapa Florestas, 2011. 211p.

ZAMBOLIN, L.; VENTURA, J. A.; ZANÃO JUNIOR, L. A. **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas**. ed. 1. Viçosa, 2012. 321p.